

## Optoelectronic device

**Patent number:** EP1221582  
**Publication date:** 2002-07-10  
**Inventor:** ARGAST MARTIN (DE)  
**Applicant:** LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO (DE)  
**Classification:**  
- international: G01B11/02; G01B7/02; G01S7/481  
- european: G01S17/02; G01S7/481; G02B7/32  
**Application number:** EP20010130581 20011221  
**Priority number(s):** DE20011000353 20010105

Also published as:



EP1221582 (A3)

### Abstract of EP1221582

The device has a light beam transmitter, a receiver and an evaluation unit. The transmitted light beam (2) is periodically deflected in two spatial directions by an oscillating mirror (6) so that it sweeps a scanning surface across the surface of the object (7) and the reflected light passes back to the receiver (5) as a reception light beam (4).

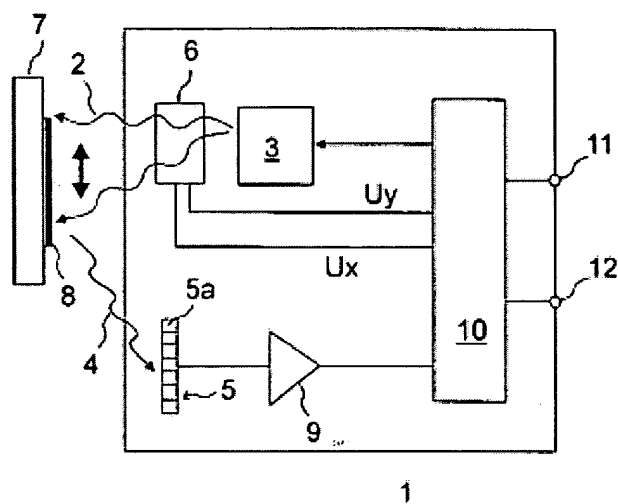


Fig 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 221 582 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
10.07.2002 Patentblatt 2002/28

(51) Int Cl.7: **G01B 11/02**

(21) Anmeldenummer: 01130581.0

(22) Anmeldetag: 21.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Leuze electronic GmbH + Co.**  
**D-73277 Owen (DE)**

(72) Erfinder: **Argast, Martin**  
**72584 Hülben (DE)**

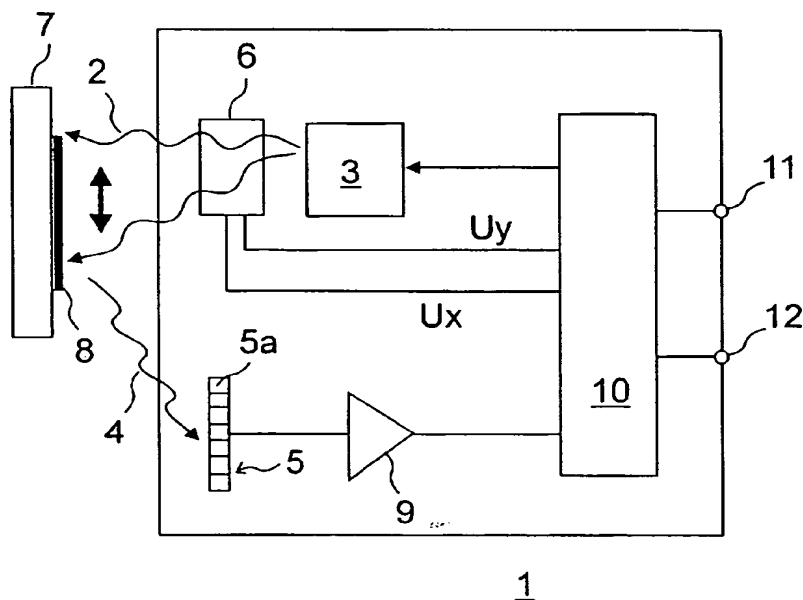
(30) Priorität: 05.01.2001 DE 10100353

(74) Vertreter: **Ruckh, Rainer Gerhard, Dr.**  
**Fabrikstrasse 18**  
**73277 Owen/Teck (DE)**

### (54) Optoelektronische Vorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Vorrichtung (1) zur Ermittlung von Distanzprofilen von Objekten (7) mit einem Sendelichtstrahlen (2) emittierenden Sender (3), einem Empfangslichtstrahlen (4) empfangenden aus einer flächigen Anordnung von Empfangselementen (5a) bestehenden Empfänger (5) sowie einer Auswerteeinheit (10) zur Auswertung von

in den Empfangselementen (5a) generierten Empfangssignalen. Nur die Sendelichtstrahlen (2) werden über einen Schwingungsspiegel (6) periodisch in zwei Raumrichtungen abgelenkt, so dass diese auf der Oberfläche des Objekts (7) eine Abtastfläche (8) überstreichen. Die am Objekt (7) reflektierten Sendelichtstrahlen (2) sind als Empfangslichtstrahlen (4) zum Empfänger (5) geführt.



**Fig 1**

EP 1 221 582 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 198 21 974 A1 bekannt. Die Vorrichtung ist als sogenannte 3D-Entfernungskamera ausgebildet und weist einen Sender auf, mit welchem eine zu erfassende Oberfläche eines Objektes flächig ausgeleuchtet wird. Der Empfänger der 3D-Entfernungsbildkamera besteht aus einer flächigen Anordnung von Empfangselementen, mittels derer eine Distanzmessung durchgeführt wird. Die Distanzmessung erfolgt dabei nach dem Phasenmessprinzip. Das vom Sender emittierte Sendelicht ist mit einer vorgegebenen Phase amplitudenmoduliert. In den Empfangselementen wird jeweils die Phasendifferenz zwischen dem Sendelicht und dem von der Objektoberfläche zurückreflektierten Empfangslicht ausgewertet. Die so ermittelten Phasendifferenzen bieten ein Maß für die jeweilige Objektdistanz. Die Empfangselemente sind als sogenannte Fotomischdetektoren ausgebildet, mittels derer eine genaue Distanzmessung auch dann ermöglicht wird, wenn die Objektoberfläche Kontrastschwankungen in Form von Hell-Dunkelgrenzen aufweist. Die einzelnen Fotomischdetektoren werden mit dem Modulationstakt des Senders angesteuert, wodurch das Empfangslicht pixelweise für die einzelnen Empfangselemente demoduliert wird, so dass entsprechend dem Phasenmessverfahren die jeweilige Distanz ermittelt werden kann.

[0003] Aus der DE 197 57 595 C2 ist eine weitere 3D-Entfernungskamera bekannt. Im Unterschied zu dem Gegenstand der DE 198 21 974 A1 ist bei dieser 3D-Entfernungskamera ein Empfänger vorgesehen, dessen Empfangselemente als CMOS-Elemente ausgebildet sind, mittels derer nach dem Lichtlaufzeitverfahren eine Distanzbestimmung durchgeführt wird.

[0004] Ein Nachteil dieser Vorrichtungen besteht darin, dass die flächige Beleuchtung der Objektoberfläche eine große Lichtleistung des Senders voraussetzt, um die erforderliche Leistungsdichte auf dem Objekt zu gewährleisten. Da zur Durchführung der Distanzmessung als Sender ein Laser verwendet werden muss und da dieser zur Erzielung der erforderlichen Leistungsdichte auf der Objektoberfläche bei hoher Leistung betrieben werden muss, stellt sich bei derartigen Vorrichtungen das Problem der Augensicherheit. Zur Erfüllung der Anforderungen für eine augensichere Betriebsweise muss der Laser auf Leistungen von etwa 1mW begrenzt werden.

[0005] Bei diffuser Reflexion des Empfangslichts an der Objektoberfläche nimmt die Leistung des Empfangslichtes mit dem Quadrat der Entfernung ab. Aufgrund der begrenzten Sendeleistung des Senders können somit Objekte nur in äußerst geringen Distanzen sicher detektiert werden.

[0006] Außerdem muss bei derartigen Vorrichtungen eine große Datenmenge ausgewertet werden, was die

Dynamik des Systems stark begrenzt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine optoelektronische Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, dass Objekte schnell und sicher insbesondere auch auf größere Distanz erfassbar sind.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Die erfindungsgemäße optoelektronische Vorrichtung dient zur Ermittlung von Distanzprofilen von Objekten und weist einen Sendelichtstrahlen emittierenden Sender, einen Empfangslichtstrahlen empfangenden aus einer flächigen Anordnung von Empfangselementen bestehenden Empfänger sowie eine Auswerteeinheit zur Auswertung von in den Empfangselementen generierten Empfangssignalen auf. Nur die Sendelichtstrahlen werden über einen Schwingsspiegel periodisch in zwei Raumrichtungen abgelenkt, so dass diese auf der Oberfläche des Objekts eine Abtastfläche überstreichen. Die am Objekt reflektierten Sendelichtstrahlen sind als Empfangslichtstrahlen zum Empfänger geführt.

[0010] Die erfindungsgemäße optoelektronische Vorrichtung stellt eine 3D-Entfernungskamera dar. Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen 3D-Entfernungskamera besteht darin, dass eine Objektoberfläche nicht flächig ausgeleuchtet wird, sondern periodisch mittels der Sendelichtstrahlen abgetastet wird. Dabei ist der Strahldurchmesser der Sendelichtstrahlen erheblich kleiner als die abzutastende Objektoberfläche. Auch ist der auf den Empfänger abgebildete Sendelichtfleck der Sendelichtstrahlen erheblich kleiner als die Fläche des aus den Empfangselementen bestehenden Empfängers. Durch die periodische Abtastung der Objektoberfläche mittels der Sendelichtstrahlen kann die Leistungsdichte des Sendelichts auf der Objektoberfläche im Vergleich zu Systemen, die mit flächigem Sendelicht operieren, erheblich gesteigert werden, ohne dass die Anforderungen an die Augensicherheit verletzt werden.

[0011] Damit kann mit der erfindungsgemäßen optoelektronischen Vorrichtung auch bei großen Objektdistanzen eine zuverlässige Bestimmung eines Distanzprofils einer Objektoberfläche durchgeführt werden.

[0012] Durch die periodische Abtastung der Objektoberfläche mittels der über den Schwingsspiegel geführten Sendelichtstrahlen kann auch die Datenmenge bei der Auswertung der an den Empfangselementen anstehenden Empfangssignale erheblich reduziert werden, ohne dass dies zu einem Informationsverlust bei der Bestimmung des Distanzprofils der Objektoberfläche führt.

[0013] Dabei wird der Umstand ausgenutzt, dass aufgrund des geringen Strahldurchmessers der Sendelichtstrahlen bei der Objektdetektion immer nur ein kleiner, definierter Teil der Empfangselemente des Empfängers von den vom Objekt zurückreflektierten Empfangslichtstrahlen ausgeleuchtet wird.

**[0014]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird daher die Auslenkung des Schwingspiegels mit dem Ausleseprozess der Empfangselemente des Empfängers derart synchronisiert, dass nur die Empfangssignale derjenigen Empfangselemente in die Auswerteeinheit eingelesen werden, welche im Bereich der auf den Empfänger auftreffenden Empfangslichtstrahlen und deren Nachbarzellen liegen. Die Empfangssignale der übrigen Empfangselemente werden dagegen nicht ausgewertet.

**[0015]** Alternativ oder zusätzlich werden vorteilhaft nur die Empfangssignale derjenigen Empfangselemente ausgewertet, deren Pegel bei einer vorhergehenden Abtastung unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegen.

**[0016]** Die Erfindung wird im Nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels der optoelektronischen Vorrichtung.

Figur 2: Schematische Darstellung der optischen Komponenten der optoelektronischen Vorrichtung gemäß Figur 1.

Figur 3: Schematische Darstellung eines Schwingspiegels für die Vorrichtung gemäß den Figuren 1 und 2.

Figuren 4a -c: Verschiedene Muster von Abtastlinien auf einer Abtastfläche, welche mit den Sendelichtstrahlen der Vorrichtung gemäß den Figuren 1 und 2 erzeugt werden.

Figur 5a: Erstes Ausführungsbeispiel der optoelektronischen Vorrichtung gemäß den Figuren 1 und 2 zur Abtastung einer Objektkante.

Figur 5b: Zweites Ausführungsbeispiel der optoelektronischen Vorrichtung gemäß den Figuren 1 und 2 zur Abtastung einer ebenen Objektoberfläche.

**[0017]** Figur 1 zeigt das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen optoelektronischen Vorrichtung 1. Die optoelektronische Vorrichtung 1 ist als 3D-Entfernungskamera ausgebildet und weist einen Sendelichtstrahlen 2 emittierenden Sender 3 und einen Empfangslichtstrahlen 4 empfangenden Empfänger 5 auf. Der Sender 3 ist von einer Laserdiode gebildet. Der Empfänger 5 besteht aus einer flächigen Anordnung von Empfangselementen 5a. Die Empfangselemente 5a sind vorzugsweise identisch ausgebildet und sind in einer Ebene liegend angeordnet. Vorzugsweise ergänzen sich die fotoempfindlichen Flächen der

Empfangselemente 5a zu einer quadratischen Empfängerfläche. Die Sendelichtstrahlen 2 werden durch einen Schwingspiegel 6 periodisch in zwei Raumrichtungen abgelenkt, so dass die Sendelichtstrahlen 2 auf dem zu detektierenden Objekt 7 eine Abtastfläche 8 überstreichen. Dabei werden die vom Objekt 7 reflektierten Empfangslichtstrahlen 4 nicht über den Schwingspiegel 6 geführt und gelangen direkt zum Empfänger 5. In dem Schwingspiegel 6 ist eine nicht dargestellte Ansteuer-einheit integriert. In dieser werden Ansteuerspannungen  $U_x$ ,  $U_y$  generiert, mittels derer die Sendelichtstrahlen 2 in zwei Raumrichtungen x und y abgelenkt werden. Die Empfangssignale an den Ausgängen der Empfangselemente 5a werden in einem Verstärker 9 verstärkt und dann auf eine Auswerteeinheit 10 geführt, die vorzugsweise von einem Mikroprozessor gebildet ist.

**[0018]** Mit der optoelektronischen Vorrichtung 1 wird ein Distanzprofil einer Objektoberfläche ermittelt. Der Sender 3 und die Empfangselemente 5a bilden dabei nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitende Distanzsensoren. Die Distanzmessung kann nach dem Phasemessprinzip erfolgen. In diesem Fall sind die Empfangselemente 5a beispielsweise als Fotomischdetektoren ausgebildet, wie sie in der DE 198 21 974 A1 beschrieben sind. Dabei wird dem vom Sender 3 emittierten Sendelichtstrahlen 2 mittels einer nicht dargestellten Modulationseinheit eine Amplitudenmodulation aufgebracht. In der Auswerteeinheit 10 wird die Phasendifferenz zwischen den vom Sender 3 emittierten Sendelichtstrahlen 2 und den vom Objekt 7 zum jeweiligen Empfangselement 5a zurückreflektierten Empfangslichtstrahlen 4 berechnet. Aus diesen Phasendifferenzen werden die Distanzwerte für die aktuellen Ablenkpositionen der Sendelichtstrahlen 2 ermittelt. Alternativ kann die Distanzmessung nach dem Impulslaufzeitverfahren erfolgen. In diesem Fall emittiert der Sender 3 Sendelichtstrahlen 2 in Form von vorgegebenen Folgen von Sendelichtimpulsen. In der Auswerteeinheit 10 wird zur Distanzbestimmung die Laufzeit der vom Sender 3 emittierten und als Empfangslichtimpulse zum Empfänger 5 zurückreflektierten Sendelichtimpulse ermittelt. In diesem Fall sind die Empfangselemente 5a insbesondere als CMOS-Elemente ausgebildet, wie sie in der DE 197 57 595 C2 beschrieben sind.

**[0019]** Das in der Auswerteeinheit 10 ermittelte Distanzprofil einer Objektoberfläche wird über eine Schnittstelleneinheit 11, die eine serielle Schnittstelle bildet und ebenfalls an die Auswerteeinheit 10 angeschlossen ist, ausgegeben. Zur Parametrierung der optoelektronischen Vorrichtung 1 sind über einen Parametriereingang 12 Parameterwerte eingebbar.

**[0020]** Als Parameterwert ist insbesondere ein Schwellwert eingebbar, mit welchem die Empfangssignale der Empfangselemente 5a bewertet werden. Mittels der Schwellwertbewertung der Empfangselemente 5a werden innerhalb einer Abtastperiode die nicht belichteten Empfangselemente 5a erfasst. Während der folgenden Abtastperiode werden dann nur die Emp-

fangselemente 5a, die zuvor belichtet wurden, sowie deren Nachbarelemente zur Auswertung herangezogen. Durch die Einbeziehung der Nachbarelemente in die Auswertung wird auch im Falle einer Objektbewegung zwischen zwei Abtastperioden noch eine sichere Objektdetektion erhalten. Durch diese Datenreduktion kann die Dynamik der 3D-Entfernungskamera erheblich gesteigert werden. Wurde während einer oder mehrerer Abtastperioden kein Objekt erkannt, wird bei der ersten Abtastperiode, bei welcher wieder ein Objekt registriert wird, zunächst die gesamte Empfängerfläche ausgewertet. Bei den anschließenden Objektdetektionen erfolgt dann wieder die genannte Datenreduktion.

**[0021]** Alternativ oder zusätzlich kann eine Datenreduktion auch derart erfolgen, dass die Auslesung von Empfangssignalen der verschiedenen Empfangselemente 5a mit der Ablenkbewegung des Schwingspiegels 6 gekoppelt ist. Dabei wird der Umstand ausgenutzt, dass je nach aktueller Stellung des Schwingspiegels 6 die vom Objekt 7 zurückreflektierten Empfangslichtstrahlen 4 nur auf bestimmte Bereiche des Empfängers 5 auftreffen. Für jede aktuelle Winkelposition des Schwingspiegels 6 werden dann nur die Empfangssignale derjenigen Empfangselemente 5a ausgelesen, welche in den belichteten Bereichen des Empfängers 5 liegen.

**[0022]** Figur 2 zeigt die optischen Komponenten der optoelektronischen Vorrichtung 1 gemäß Figur 1. Dem Sender 3 ist ein Kollimator 13 zur Strahlformung der Sendelichtstrahlen 2 nachgeordnet. Die kollimierten Sendelichtstrahlen 2 werden durch den Schwingspiegel 6 in zwei Raumrichtungen abgelenkt, wobei der Winkelbereich in jeder Raumrichtung, welcher von dem am Schwingspiegel 6 abgelenkten Sendelichtstrahlen 2 überstrichen wird, im Bereich zwischen 5° und 20° liegt und vorzugsweise 10° beträgt. Die von dem Objekt 7 zurückreflektierten Empfangslichtstrahlen 4 werden durch eine Empfangsoptik 14 auf den Empfänger 5 abgebildet.

**[0023]** Figur 3 zeigt eine Detaildarstellung des Schwingspiegels 6. Der Schwingspiegel 6 ist als mikro-mechanischer Scannerspiegel ausgebildet, welcher ein plattenförmiges Spiegelement 15 aufweist, an welchem die Sendelichtstrahlen 2 reflektiert werden. Das Spiegelement 15 besteht aus einer einkristallinen Siliziumplatte, welche mit einer Aluminiumschicht beschichtet ist. Diese bildet die Spiegelfläche, an welcher die Sendelichtstrahlen 2 reflektiert werden.

**[0024]** Das Spiegelement 15 ist mittels zwei ersten Torsionsstegen 16 an einem ersten Rahmen 17 befestigt. Die Torsionsstege 16 münden an gegenüberliegenden Seitenwänden des Spiegelements 15 aus und verlaufen entlang einer ersten Drehachse  $D_x$ . Durch eine Torsion der Torsionsstege 16 ist das Spiegelement 15 bezüglich der Drehachse  $D_x$  im ersten Rahmen 17 drehbar gelagert.

**[0025]** Der erste Rahmen 17 liegt innerhalb eines zweiten Rahmens 18. Dabei sind die beiden Rahmen

17, 18 über zweite Torsionsstege 19 verbunden, die in einer zweiten Drehachse  $D_y$  verlaufen. Durch Torsion der zweiten Torsionsstege 19 ist der erste Rahmen 17 mit dem Spiegelement 15 bezüglich der Drehachse  $D_y$  im zweiten Rahmen 18 drehbar gelagert.

**[0026]** Das plattenförmige Spiegelement 15 weist einen quadratischen Querschnitt auf. Der erste und zweite Rahmen 17, 18 weisen quadratische Konturen auf und sind konzentrisch zum Spiegelement 15 angeordnet.

**[0027]** In den parallel zur ersten Drehachse  $D_x$  verlaufenden Wandsegmenten des ersten Rahmens 17 sind erste Antriebselektroden 20 vorgesehen. Durch Anlegen von Ansteuerspannungen  $U_x$  mit einer vorgegebenen Anregungsfrequenz  $f_x$  wird das Spiegelement 15 mit der entsprechenden Anregungsfrequenz  $f_x$  bezüglich der Drehachse  $D_x$  gedreht.

**[0028]** In den parallel zur zweiten Drehachse  $D_y$  verlaufenden Wandsegmenten des zweiten Rahmens 18 sind zweite Antriebselektroden 21 vorgesehen. Durch Anlegen von Ansteuerspannungen  $U_y$  mit einer vorgegebenen Anregungsfrequenz  $f_y$  wird der erste Rahmen 17 mit der entsprechenden Anregungsfrequenz  $f_y$  bezüglich der zweiten Drehachse  $D_y$  gedreht.

**[0029]** Durch Einstellen der beiden Anregungsfrequenzen  $f_x$ ,  $f_y$  der an den Antriebselektroden 20, 21 anliegenden Ansteuerspannungen  $U_x$ ,  $U_y$  ist der räumliche Verlauf der Abtastung der Abtastfläche 8 einstellbar.

**[0030]** Die Figuren 4a - c zeigen verschiedene Abtastlinien auf einer Abtastfläche 8 eines Objektes 7, welche mittels der über den Schwingspiegel 6 abgelenkten Sendelichtstrahlen 2 erzeugt werden.

**[0031]** Figur 4a zeigt eine Abtastlinie in Form einer geraden Linie. Dieses Muster einer Abtastlinie wird durch gleich groß gewählte Anregungsfrequenzen  $f_x$ ,  $f_y$  erhalten.

**[0032]** Figur 4b zeigt eine kreisförmige Abtastlinie.

**[0033]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4c verläuft der Strahlfleck der Sendelichtstrahlen 2 in der Ebene der Abtastfläche 8 entlang von Abtastlinien, welche ein Lissajoumuster bilden.

**[0034]** Durch entsprechende Geometrien und Einstellung der Anregungsfrequenzen  $f_x$ ,  $f_y$  des Schwingspiegels 6 ist dieses Lissajoumuster gezielt vorgebar.

**[0035]** Dabei ist insbesondere die Anzahl  $n$  der Abtastlinien innerhalb der Abtastfläche 8 gemäß folgender Beziehung vorgebar.

$$n = \text{ABS} (1/(p-1))$$

**[0036]** Dabei bildet  $p$  das Verhältnis der Anregungsfrequenzen  $f_x$ ,  $f_y$ . Die Abkürzung ABS steht für die Bildung des Absolutbetrags.

**[0037]** Auch die Bildfrequenz  $f_b$ , das heißt die Geschwindigkeiten der Abtastung der Abtastfläche 8 ist gemäß folgender Beziehung einstellbar.

$$f_b \sim f_x/n$$

[0038] Das heißt die Bildfrequenz  $f_b$  ist proportional zu der Anregungsfrequenz  $f_x$  (und auch  $f_y$ ) und umgekehrt proportional zur Anzahl  $n$  der Abtastlinien pro Abtastfläche 8.

[0039] Figur 5a zeigt ein erstes Anwendungsbeispiel der optoelektronischen Vorrichtung 1. Das Objekt 7 weist zwei ebene Teilflächen auf, die durch eine Kante getrennt sind.

[0040] Die Sendelichtstrahlen 2 werden im vorliegenden Fall entlang einer geradlinig verlaufenden Abtastlinie periodisch geführt.

[0041] Die diagonale Linie als Sendelichtmuster wird so gelegt, dass die zu detektierende Kante möglichst quer geschnitten wird. Zur Veranschaulichung wurde das Zellgitter der Empfangselemente 5a des Empfängers 5 auf das Objekt 7 projiziert und darüber die Empfangssignalpegel der Empfangselemente 5a als Balkendiagramme aufgetragen. Nur die in Figur 5a getönt dargestellten Zellen liefern dabei Empfangssignale, die den Schwellwert überschreiten. Nur die Empfangssignale dieser Empfangselemente 5a werden in die Auswerteeinheit 10 eingelesen und dort ausgewertet. Daraus wird ersichtlich, dass sich die Auswertung auf wenige Empfangselemente 5a beschränken kann und dennoch eine genaue Aussage über die Kantenstruktur des Objektes 7 liefert.

[0042] Figur 5b zeigt ein zweites Anwendungsbeispiel, bei welchem die Sendelichtstrahlen 2 entlang einer kreisförmigen Abtastlinie geführt sind.

#### Bezugszeichenliste

#### [0043]

- (1) Optoelektronische Vorrichtung
- (2) Sendelichtstrahlen
- (3) Sender
- (4) Empfangslichtstrahlen
- (5) Empfänger
- (5a) Empfangselemente
- (6) Schwingspiegel
- (7) Objekt
- (8) Abtastfläche
- (9) Verstärker
- (10) Auswerteeinheit
- (11) Schnittstelleneinheit
- (12) Parametriereingang
- (13) Kollimator
- (14) Empfangsoptik
- (15) Spiegelement
- (16) Erster Torsionssteg
- (17) Erster Rahmen
- (18) Zweiter Rahmen
- (19) Zweiter Torsionssteg
- (20) Erste Antriebselektrode

#### (21) Zweite Antriebselektrode

- $D_x$  Erste Drehachse
- $D_y$  Zweite Drehachse
- 5  $f_b$  Bildfrequenz
- $f_x$  Anregungsfrequenz
- $f_y$  Anregungsfrequenz
- $U_x$  Ansteuerspannung
- 10  $U_y$  Ansteuerspannung

#### Patentansprüche

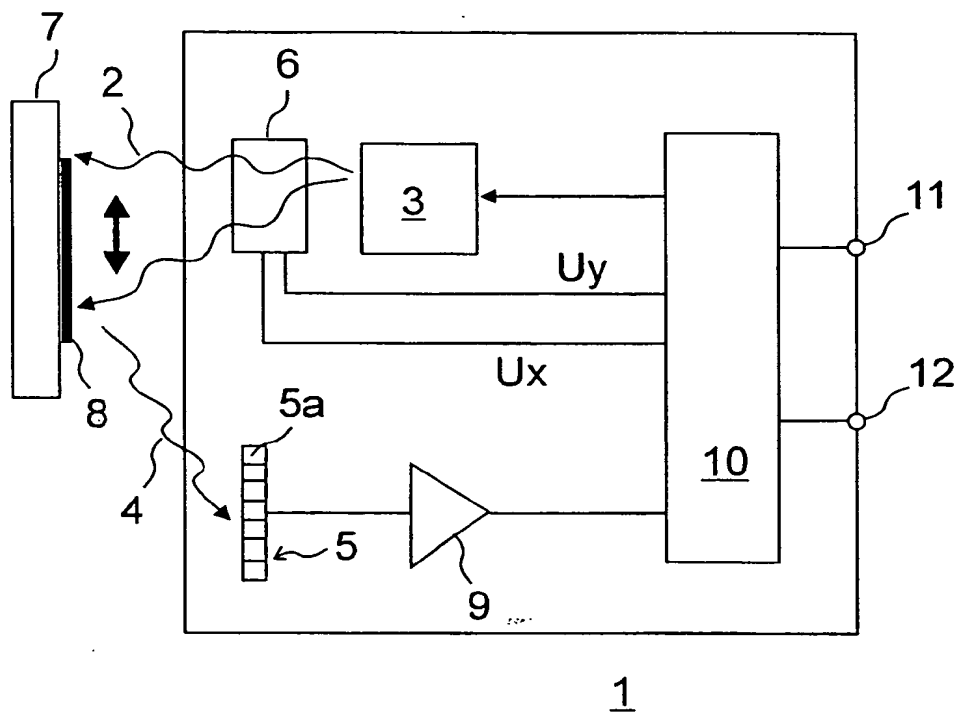
- 15 1. Optoelektronische Vorrichtung zur Ermittlung von Distanzprofilen von Objekten mit einem Sendelichtstrahlen emittierenden Sender, einem Empfangslichtstrahlen empfangenden, aus einer flächigen Anordnung von Empfangselementen bestehenden Empfänger sowie einer Auswerteeinheit zur Auswertung von in den Empfangselementen generierten Empfangssignalen, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur die Sendelichtstrahlen (2) über einen Schwingspiegel (6) periodisch in zwei Raumrichtungen abgelenkt werden, so dass diese auf der Oberfläche des Objekts (7) eine Abtastfläche (8) überstreichen, und dass die am Objekt (7) reflektierten Sendelichtstrahlen (2) als Empfangslichtstrahlen (4) zum Empfänger (5) geführt sind.
- 20 2. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sender (3) von einer Laserdiode gebildet ist.
- 25 3. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Empfänger (5) aus einer quadratischen Anordnung identisch ausgebildeter Empfangselemente (5a) besteht.
- 30 4. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzbestimmung in den Empfangselementen (5a) nach dem Lichtlaufzeitverfahren erfolgt.
- 35 5. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzmessung nach dem Phasenmessprinzip erfolgt, wobei den Sendelichtstrahlen (2) des Senders (3) eine Amplitudenmodulation aufgeprägt ist, und wobei zur Distanzbestimmung die Phasendifferenz zwischen den vom Sender (3) emittierten Sendelichtstrahlen (2) und den von einem Objekt (7) zu einem Empfangselement (5a) des Empfängers (5) zurückreflektierten Empfangslichtstrahlen (4) ermittelt wird.
- 40 6. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzmessung
- 45
- 50
- 55

sung nach dem Impulslaufzeitverfahren erfolgt, wobei vom Sender (3) die Sendelichtstrahlen (2) als Folgen von Sendelichtimpulsen emittiert werden, und wobei zur Distanzbestimmung die Laufzeit der vom Sender (3) emittierten und als Empfangslichtimpulse von einem Objekt (7) zu einem Empfangselement (5a) des Empfängers (5) zurückreflektierten Sendelichtimpulse ermittelt wird.

7. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1- 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit (10) nur die Empfangssignale von Empfangselementen (5a) ausgewertet werden, welche von den Empfangslichtstrahlen (4) belichtet sind. 5
8. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb einer Abtastperiode des Mikroskanspiegels nur die Empfangssignale von Empfangselementen (5a) in die Auswerteeinheit (10) eingelesen werden, für welche während der vorherigen Abtastperiode ein oberhalb eines Schwellwerts liegender Pegel des Empfangssignals registriert wurde. 10 15
9. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswahl der Empfangselemente (5a), deren Empfangssignale in die Auswerteeinheit (10) eingelesen werden, in Abhängigkeit der momentanen Ablenkposition des Schwingspiegels (6) erfolgt. 20 25
10. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingspiegel (6) von einem mikromechanischen Scannerspiegel gebildet ist. 30 35
11. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mikromechanische Scannerspiegel ein plattenförmiges Spiegelement (15) aufweist, welches mittels zwei ersten Torsionsstegen (16), die an gegenüberliegenden Seitenwänden des Spiegelements (15) ausmünden und deren Längsachsen entlang einer ersten Drehachse  $D_x$  verlaufen, an einem ersten Rahmen (17) befestigt sind, wobei der erste Rahmen (17) innerhalb eines zweiten Rahmens (18) liegt und über zwei entlang einer zweiten Drehachse  $D_y$  verlaufende zweite Torsionsstege (19) mit dem zweiten Rahmen (18) verbunden ist. 40 45 50
12. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das plattenförmige Spiegelement (15) einen quadratischen Querschnitt aufweist und im Zentrum des ersten Rahmens (17) liegt, welcher im Zentrum des zweiten Rahmens (18) liegt, wobei die beiden Rahmen (17, 18) jeweils eine quadratische Kontur aufweisen. 55

13. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den parallel zur ersten Drehachse  $D_x$  verlaufenden Wandsegmenten des ersten Rahmens (17) erste Antriebselektroden (20) angeordnet sind, mittels derer das Spiegelement (15) bezüglich der ersten Drehachse  $D_x$  drehbar ist.
14. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 - 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den parallel zur zweiten Drehachse  $D_y$  verlaufenden Wandsegmenten des zweiten Rahmens (18) zweite Antriebselektroden (21) angeordnet sind, mittels derer der erste Rahmen (17) mit dem Spiegelement (15) bezüglich der ersten Drehachse  $D_x$  drehbar ist.
15. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 - 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spiegelement (15) aus einer einkristallinen Siliziumplatte besteht, welche mit einer Aluminiumschicht beschichtet ist.
16. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Einstellen der Anregungsfrequenzen der an den Antriebselektroden (20, 21) anliegenden Ansteuerspannungen der räumliche Verlauf der Abtastung der Abtastfläche (8) vorgebar ist.





**Fig 1**

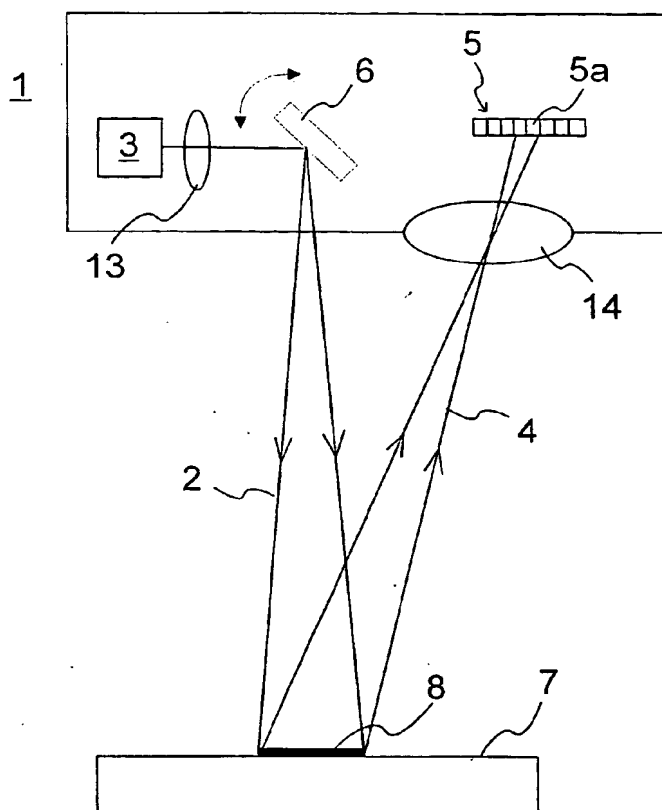


Fig 2

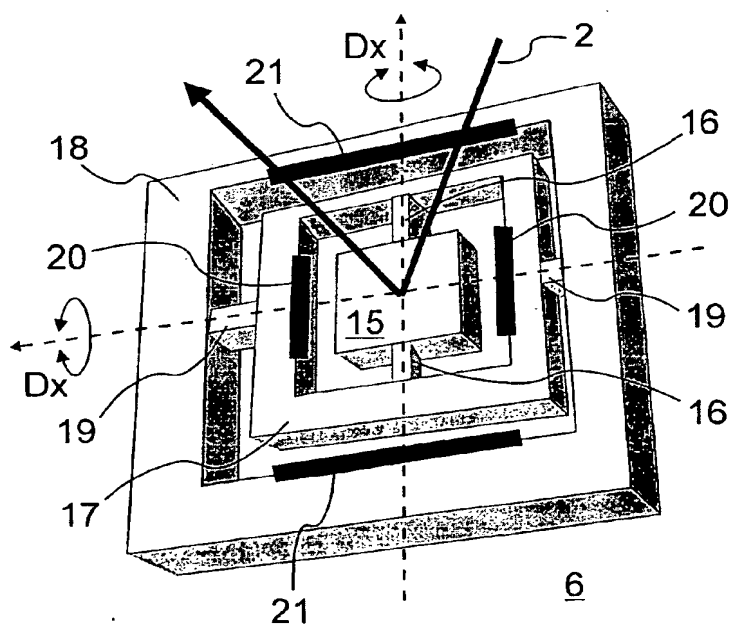
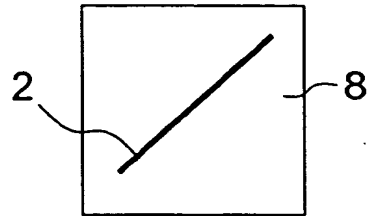
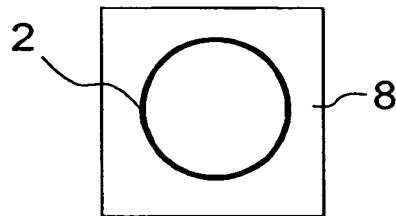


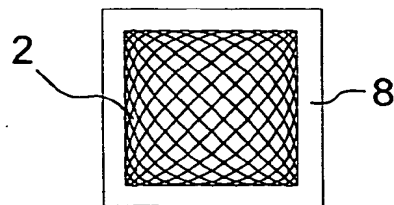
Fig 3



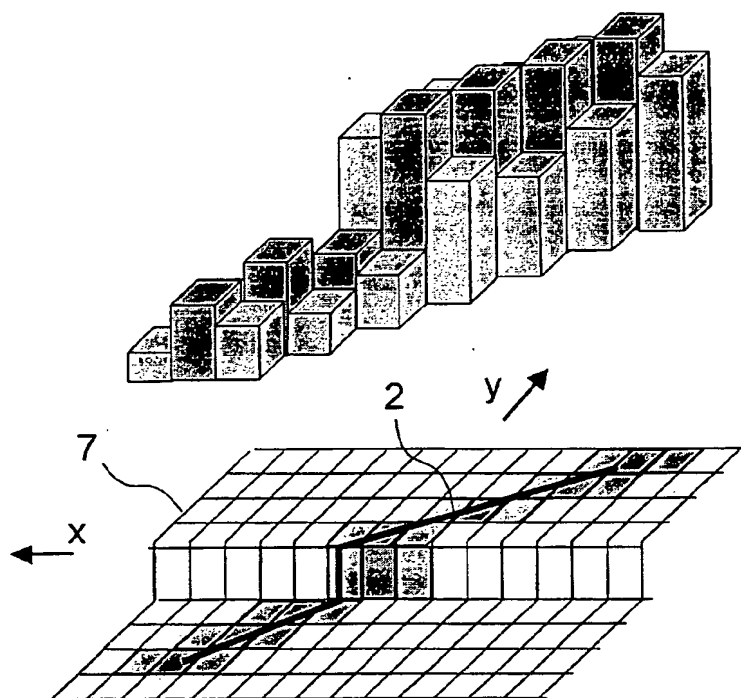
**Fig 4a**



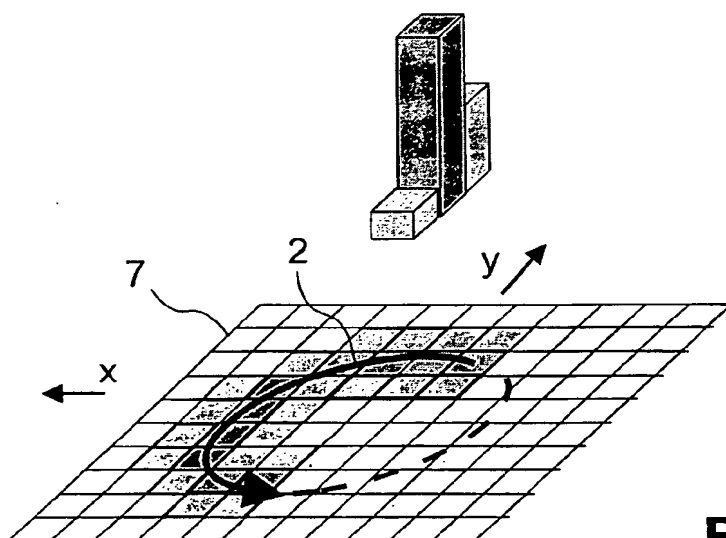
**Fig 4b**



**Fig 4c**



**Fig 5a**



**Fig 5b**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**